

大豆种粒斑驳的基本化学组成^{*}

滕 冰 吴宗璞 高凤兰 徐金星

(东北农业大学, 哈尔滨 150030)

摘要 本研究用 TLC 技术结合紫外吸收光谱分析以及其它化学定性方法, 分析大豆因感染 SMV 产生的种粒斑驳的化学组成: 有种粒斑驳的种皮和大豆健株种皮含有花色素、黄酮、黄酮醇、二氢黄酮、二氢黄酮醇和它们的苷, 也含有黄烷醇以及黄烷醇多聚物。种粒斑驳中的黄酮类化合物在含量和组成上都可显著地区别于健株种皮, 其积累与感染 SMV 相关。按种粒斑驳的颜色和相关的黄酮类化合物分类, 斑驳可以分为有或无花色素苷两个类型。

关键词 大豆种粒斑驳; SMV; 黄酮类化合物

0 前言

大豆因感染 SMV 产生种粒斑驳而严重影响大豆商品的外观质量。大豆种粒斑驳因品种、SMV 株系不同, 而表现不同症状。吴宗璞等 (1983- 1988)^[10] 对 1070 份大豆品种 (品系) 人工接种鉴定试验, 对大豆种粒斑驳进行系统的观察种粒斑驳症状, 按颜色分为淡褐斑、深褐斑、赤褐斑、黑褐斑、灰褐斑、双色斑等七种。按形状可分为河川状、轮纹状、放射状、不规则斑块状、花斑及脐一侧双条带斑等六种。并且指出所划分的 13 种类型仅为主要症状, 而不是全部症状, 每个相邻症状之间均有一些连续过度的类型。吴宗璞 (1988)^[10] 指出: 斑驳颜色与大豆色素有关性状基因型 (脐色) 相一致, 仅有深浅不同之分, 但也有品种表现不一致性。关于大豆抗种粒斑驳的研究多集中于大豆感染 SMV 后生化性状与抗性关系的研究, 而关于大豆种粒斑驳物质的基本化学组成的研究却未见报导。王连铮^[6] 和 Harborne^[7] 报道了部分正常大豆种皮色素的成分, 但尚不知这些色素与种粒斑驳的关系。我国北方春豆区主要的栽培品种均为无色脐和淡褐脐, 发生的斑驳以褐斑为主。因此分析大豆种粒斑驳的化学性质、组成对大豆种粒斑驳发生机理及抗性机制的研究是非常重要的。本研究目的在于鉴定大豆种粒斑驳中黄酮类化合物的基本类型, 为深入研究大豆种粒斑驳的形成提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 样品材料

^{*} 本研究得到国家自然科学基金资助。

收稿日期 1999-06-26 Received on June 26, 1999

(用于斑驳色泽的试材):		
(1)褐脐褐斑大豆种皮	(10)兰色种皮菜豆种皮	(19)铁 6915(东农)大豆接种 SMV 1号后种皮
(2)黑皮黑斑大豆种皮	(11)红茶(铁观音)	(20)铁 6915(东农)大豆接种 SMV 3号后种皮
(3)深褐脐深褐斑大豆种皮	(人工接种 SMV 的大豆试材):	(21)东农 81- 43大豆健株种皮
(4)灰蓝脐褐斑大豆种皮	(12)丰收 12大豆健株种皮	(22)东农 81- 43大豆接种 SMV 1号后种皮
(5)灰蓝脐灰蓝斑大豆种皮	(13)丰收 12大豆接种 SMV 1号后种皮	(23)东农 81- 43大豆接种 SMV 3号后种皮
(6)灰蓝脐灰蓝斑加褐斑大豆种皮	(14)丰收 12大豆接种 SMV 3号后种皮	(24)92- 070大豆健株种皮
(7)红褐色种皮大豆种皮	(15)合丰 25大豆健株种皮	(25)92- 070大豆接种 SMV 3号后种皮
(8)黑色种皮绿子叶大豆种皮	(16)合丰 25大豆接种 SMV 1号后种皮	(26)93- 046大豆健株种皮
(9)浅粉褐色种皮菜豆种皮	(17)合丰 25大豆接种 SMV 3号后种皮	(27)93- 046大豆接种 SMV 3号后种皮
	(18)铁 6915(东农)大豆健株种皮	

1.2 提取方法

分别称取上述样品 0.5g 左右,于研钵中研碎,再加入 2.5g 左右 SiO₂ (60目)后用力研磨,加入含有 0.1% HCl 甲醇试剂再研磨。滤出滤液,残渣反复加入酸性甲醇研磨过滤,合并滤液约 25ml。滤液移至 100ml 圆底烧瓶中减压蒸干,加入 1ml 酸性甲醇溶解残渣物后移入 15ml 具塞刻度试管中,再以 2ml 酸性甲醇洗涤烧瓶后,并加入试管中;加入 10ml H₂O 和 1ml 异戊醇进行萃取,吸出异戊醇层,待分析。

1.3 初步实验的分析方法

初步实验的目的是以简单的方法和试验组合鉴定大豆种粒斑驳的基本分类,同时,可对具体的分析方法提供信息。初步分析采用的样品为褐脐褐斑、黑脐黑斑、灰蓝脐灰蓝斑的大豆种皮。参比样品为黑色种皮、红褐色种皮的大豆种皮,越桔花色素提取液和深兰色种皮菜豆种皮。

样品按 1.2 方法提取,用 TLC 法分析。样品点样于硅胶 G 板,展开系统为:乙酸乙酯:甲酸:水:盐酸= 55: 6: 8: 1(V/V/V/V)

1.4 含有花色苷和类黄酮苷样品的水解

由于类黄酮化合物的种类繁多(包括苷和配基)也给分析工作带来很多困难,相比之下类黄酮的配基较少,故可将含有花色素的苷和其它黄酮类化合物的苷水解后再分析。按 1.2 中方法提取样品得到的滤液移入 100ml 圆底烧瓶中减压蒸干,用 2ml 甲醇溶解后移入 15ml 具塞试管中,加入 2ml 2M HCl 于沸水浴水解 90 分钟。冷却后加入 1M NaOH 3.5ml; H₂O 10ml,加入异戊醇萃取,吸出异戊醇层供分析。

1.5 色谱分析方法

主要采用 HPTLC 技术,分析所用薄层板涂敷器、可调微量点样器、HPTLC 线性展开器均为瑞士 CAM AG 产品,双波长紫外线灯、双波长薄层扫描仪均为日本岛津产品。

1.5.1 花色苷的分析条件

采用硅胶 G 板(含有 0.3% CMC, 10× 20cm)展开系统经初步筛选为:

- (1)甲酸乙酯:丁酮:甲酸:水= 3: 4: 2: 1(V/V/V/V)。
- (2)乙酸乙酯:丁酮:甲酸:水= 5: 3: 1: 1(V/V/V/V)。

1.5.2 类黄酮配基的分析条件

采用含有 0.3M 乙酸镁、0.3% CMC 的硅胶 G 板,展开系统经筛选为: 甲苯: 甲酸乙酯: 甲酸= 5: 4: 1(V/V/V)

1.5.3 定性分析方法

TLC板上的斑点,在可见光和 360nm 紫外光下观察斑点的颜色和荧光,并与参比样品进行 R_F值的比较,结合用磷钼酸试剂、固兰 B 试剂、对甲苯磺酸试剂、金属离子试剂等显色试剂,对斑点进行定性分析。同时,测定斑点的反射吸收光谱。

1.6 参比样品

花色素苷混合参比样是从矮牵牛花和 - 串红花中提取分离的花色素苷结晶,经分离鉴定后(与文献^[9]报道进行对比)作为参比样品。黄酮醇类参比样为槲皮素,黄烷醇类参比样为红茶提取物的黄烷醇衍生物。

3 结果与分析

3.1 初步实验

初步试验的 TLC 分析结果见表 1,由于初步实验所用的 TLC 分析条件只能简单地分离花色苷和其它黄酮苷。由表 1 可知,斑点 2(R_F> 0.49)均为花色色素苷的混合物,呈红 - 紫色;而斑点 1(R_F< 0.49)中有五个样品(10 7 1 2 6 号)呈黄 - 土黄色,在紫外光下有吸收和荧光,可初步定性为黄酮类化合物。从三个种粒斑驳样品(1 2 6)的类黄酮基本组成是不同的,褐脐褐斑的大豆种皮不含花色苷,表明本分析方法可将大豆种粒斑驳简单分成有 无花色苷两个基本类型。因此可将样品分别按有 无花色苷两个类型进行分析。

表 1 斑点的颜色和 R_F值
Table 1 Colour and R_F of spot

斑点号	样品号、斑点颜色和 R _F Number of sample& colour of spot & R _F						越桔汁
	8	10	7	1	2	6	Cowberryjuice
1	棕红 Brown-red 0.364	紫 Violet 0.400	黄 Yellow 0.436	黄 Yellow 0.455	黄 Yellow 0.364	黄 Yellow 0.400	黄 Yellow 0.345
2	红 Red 0.545	红 Red 0.509	红 Red 0.545	-	红 Red 0.491	红 Red 0.527	红 Red 0.545

3.2 含有花色苷的样品分析

称取 2 5 7 6 8 10 11号样品(种皮)按 1.2项下方法提取,用 1.5.1中方法分析。含有花色苷的样品分析结果如表 2所示。

表 2中各种样品所含有的花色苷配基一般不超过常见的六种(天竺葵色素 pelargonidin、矢车菊色素 cyanidin、飞燕草色素 delphinidin、芍药色素 peonidin、锦葵色素 malvidin、碧冬茄色素 petunidin)。这些配基可能与多糖生成 3- 单糖苷和 3,5二糖苷,各种糖苷与有机酸的酰化产物使花色色素类化合物的分析复杂化。本样品分析方法不可能对这些化合物进行详尽的分析,但可以根据花色色素苷的结构差异和 R_F值的相关性做出判断。上述样品用 1.4项下方法酸水解后再以 1.5.1方法分析。大豆种皮中花色色素配基的 R_F值都变得十

表 2 含有花色苷的样品的分析
Table 2 Analysis of sample containing anthocyanin

样品号 Sample No.	斑点颜色 迁移率× 100 Colour of spot /R _F × 100						
	色谱中斑点号 Number of spot in chromatogram						
	1	2	3	4	5	6	7
混合参比样 Mixed reference	7. 7	12. 3	23. 1 [*]	30. 8	red 44. 6	red 53. 8	Red 60. 0
2	38. 5 [*]	49. 2 [*]	-	-	-	-	-
5	38. 5 [*]	-	-	-	-	-	-
7	30. 8	53. 8	76. 9	-	-	-	-
6	43. 1 [*]	- 18. 5 [*]	- 46. 1 ^{**}	- 53. 8	- 76. 9	- 84. 6	-
8	4. 6	18. 5	46. 1 ^{**}	53. 8	76. 9	84. 6	-
10	38. 5 [*]	69. 2	84. 6	-	-	-	-
11	38. 5	76. 9 [*]	84. 6	92. 3	-	-	-

注* = 淡紫- 紫红; * * = 斑点面积大且淡紫- 紫红
* = pale purple- purplish red; * * = large area and red- violet of spot

分接近 (R_F 100= 81. 3),而作为参比的混合花色素 R_F 100则分别为 37. 5, 50. 5, 57. 5, 72. 5和 87. 5 同样是在 1. 5. 1条件下,水解后大豆种皮样品在 R_F 100= 40. 0处有一个在 360nm 紫外光下观察到的黄色荧光斑点,这是黄酮类化合物的特征^[1],可以推断水解物中含有非花色素的黄酮类化合物配基

3. 3 不含花色苷样品的样品分析

样品酸水解后同样可以除去类黄酮苷 (氧苷) 的糖而形成类黄酮配基。采用黄酮类化合物槲皮素 (quercetin) 为参比 上述样品中不含花色苷的样品分析结果见图 1

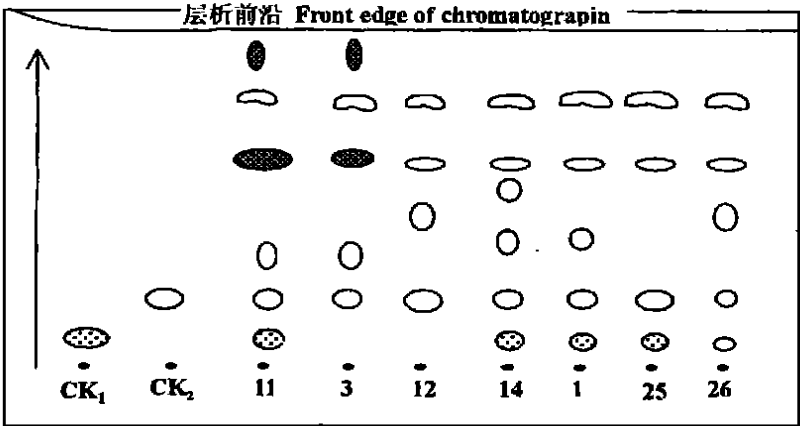


图 1 不含花色苷样品 TLC 展开后图谱

Tig. 1 TLC developing chromatograph of sample with on anthocyanin

- 点样原点

● 可见光下红色斑点

● 紫外光下红色荧光斑点
- original spot of sample

red spot under the VIS light

red fluorescent spot under the UV light

图中除注明颜色者外,其它均为天蓝-黄绿色荧光 (UV)

The rest in Fig. 2, except those indicated, are sky-blue-yellow green fluorescent spot

CK1- 花色素混合参照物	anthocyanin mixture
CK2- 槲皮素	Quercetin
11- 红茶 (铁观音)	Red tea (Tie Guan-yin)
3- 深褐脐深褐斑种皮	Seed coat of soybean with dark brown hilum
12- 丰收 12大豆种皮 (健株)	Seed coad of F. S 12 soybean healthy plant
14- 丰收 12接 SMV3号后种皮	Seed coad of F. S 12 soybean after inoculation with SMV- 87- 44
1- 褐脐斑大豆种皮* *	Seed coat of soybean with brown hilum and brown mottle
25- 92- 070大豆健株种皮* * *	Seed coat of 92- 070 soybean healthy plant
26- 92- 070接种 SMV3号后种皮	Seed coat of 92- 070 soybean after inoculation with SMV- 87- 44

* 与此相同的还有合丰 25健株种皮 (15)

That with the same situation is seed coat of H. F 25 soybean healthy plant (No. 15)

* * 与此相同的还有合丰 25大豆接种 SMV1号和 3号后的种皮 (16, 17);丰收 12大豆接种 SMV1号后的种皮 (13);灰蓝脐褐斑大豆种皮 (4)

Those with the same situation are seed coat of H. F 25 and F. S 12 soybean after inoculation with SMV- 92- 17 (No. 16, 17, 13); Seed coat of soybean with gray-bluehilum and brown mottle

* * * 与此相同的还有东农 81- 43大豆和铁 6915(东农)大豆健株及它们接种 SMV1号和 3号后的种皮 (22, 23, 24, 19, 20, 21); 93- 046大豆健株种皮 (27); 93- 046接种 SMV3号后的种皮 (28)

Those with the same situaton are seed coat of D. N. 81- 43 and Tie 6915 (D. N.) and 93- 046 soybean healthy plant (No. 22, 19, 27), seed coat of D. N. 81- 43 and Tie 6915(D. N.) soybean after inoculation with SMV- 92- 17 and SMV- 87- 44 (NO. 23, 24, 20, 21), seed coat of 93- 046 soybean after inoculation with SMV- 87- 44(28)

图 1中各样品斑点 1. 5. 3项下化学定性方法并结合 UV光谱和在氨蒸汽处理后 UV光下观察定性,同时采用 TLC扫描技术测定各斑点的 Rf值。各样品中的斑点的迁移率 (Rf< 100)和定性分析结果见表 3

表 3 各斑点(色谱峰)的迁移率 (Rf)

Table 3

样品斑点(峰) Sample spot(peak)	颜色(在 UV或可见光) Chromate (Under UV or Vis)	迁移率× 100 Rf< 100	化合物定性 Chemical compound quality
花白素酸化衍生物	Vis 红	3. 75	黄烷醇聚合物
花色素混合样	Vis 红	6. 25	花色素混合物
槲皮素标样	UV: 黄-黄绿	34- 36	黄酮醇
P- 1	UV: 黄绿-蓝绿	34- 36	黄酮及黄酮醇
P- 2	UV: 紫色-蓝绿	43- 46	黄酮及黄酮醇
P只在少数样品中 出现斑点	1. UV: 黄绿-蓝绿	1. 51. 8- 55. 3	1. 黄酮及黄酮醇
P- 3	2 UV: 天蓝色	2. 50. 1	2 甲基化的黄酮醇
P- 4	UV: 黄绿-蓝绿色	55- 59	黄酮及黄酮醇
红茶和褐脐褐斑大豆种皮	UV: 天蓝,浅蓝色	65- 67	甲基化黄酮醇
红茶和褐脐褐斑大豆种皮	UV: 红色荧光	55- 57	某些二氢黄酮醇
红茶和褐脐褐斑大豆种皮	UV: 红色荧光	55- 57	某些二氢黄酮醇

4 讨论

4.1 由于在本试验中被分析的大部分感染 SMV 后产生的斑驳都是褐色斑驳,所以有必要对与斑驳相关的黄酮类化合物进行更详细的定性分析。试验中采用含 0.3M 乙酸镁的 TLC 板的目的在于 Mg^{2+} 可与许多黄酮类化合物形成荧光更强的斑点,便于分离和检出。采用甲苯:甲酸乙酯:甲酸(5:4:1)展开系统是因为这个系统可以分离黄酮类化合物配基和苷。花色素苷在该条件下不能分离 $Rf < 100 = 6.25$

4.2 图 1 所示层析图谱中,样品“红茶”是一个富含黄烷醇类化合物的样品,同时“红茶”和深褐脐深褐斑”都含有在 360nm UV 光下可观察到的荧光,而二者的提取液颜色非常接近。除丰收 12 健株种皮外,其它大豆种皮样品均能检出红色的黄烷醇类化合物在酸性水解条件下所产生的聚合衍生物。但 $Rf < 100 = 3.75$,有别于真正的花色素。红茶中该物质含量比大豆高很多倍。我们采用 1.5.3 项下方法定性,都在不同角度证明表 2 中 P1- P4 (包括“P”)均为黄酮类化合物。

4.3 黄酮、黄酮醇、异黄酮化合物的鉴定

在 360nm UV 光下观察到的 P1- P4 斑点不一定是单一化合物,即可能存在同系化合物的混合物。完全分离这些物质需要更高分离和定性能力的技术。本实验是在与部分参比物比较的前提下,利用其化学反应性质、色谱行为和文献报道的数据进行多重比较推测出化合物组成的。

4.3.1 异黄酮的鉴定

大豆中含有集中异黄酮配基。据文献^[3,4]报道异黄酮的紫外吸收光谱带 II 通常在 245-270nm,一般在紫外光下无荧光。NH₄ 处理产生较强的紫外吸收。因此,本研究分析的大豆种皮样品中,用 NH₄ 处理后的新出现的一些紫外吸收斑点(图 1 中未标出,本当于 P2 至原点之间),被推断为异黄酮化合物。

4.3.2 P4 的定性

P4 在水解前后的样品中均能检出,说明 P4 可能是一个配基,当用络合荧光法检出时,几乎无变化,仍呈天蓝色荧光。根据文献^[1,4,3]“黄酮醇的 3,5 二甲醚在 UV 光下,呈强蓝色荧光,而且不受酸性影响”。“黄酮和黄酮醇的紫外吸收光谱相似,仅带 I 不同。黄酮带 I 位于 304-350nm,黄酮醇带 I 位于 358-385nm;黄酮或黄酮醇 3,5 或 4-羟基被甲基或成苷,可从带 I 向紫位移,3 位甲基化使带 I 变为 328-357nm 与黄酮的带 I 波长范围重叠,5 位甲基化带 I 和带 II 都相紫位移 5-15nm,4-羟基甲基化可使带 I 相紫位移 3-10nm”。通过在 TLC 板上以反射吸收光谱实测 $P4_{\max}$ 在 285nm 与文献报导相符。因此, P4 可能结构是 3,5 位及 4 甲基化的黄酮醇类化合物。

4.3.3 P3 的定性

P3 是一个通过水解产生的配基,当与 Zr^{4+} 、 Al^{3+} 、 In^{3+} 络合能呈黄绿-蓝绿色荧光, NH₄ 处理变化不大。根据文献^[3]报道:“a 可能是无自由 4- OH 的奥弄类化合物和无自由 5- OH 二氢黄酮类化合物, b 可能是有自由 3- OH 黄酮类化合物或没有自由 5- OH 黄酮类化合物”。文献^[4]在 Mg^{2+} 存在下,二氢黄酮、二氢黄酮醇类在 UV 光下呈天蓝色荧光,若有 5- OH,更明显,黄酮类、黄酮醇类只能显黄-橙荧光。P3 的反射吸收光谱

λ_{\max} 340nm, 270–275nm (sh), 由于二氢黄酮和二氢黄酮醇没有桂皮酸发色系统, 故只能有较强的带II 吸收。从 p_3 的紫外吸收光谱和与金属络合的荧光最为可能是黄酮和黄酮醇类化合物

4.3.4 P_1 和 P_2 的定性

P_2 和 P_1 在含有 Mg^{2+} 的 TLC板黄绿–蓝绿色荧光, 当喷以 Zr^{4+} 试剂和 Al^{3+} 试剂, 又有黄色和绿–黄绿色荧光出现, 作为参比的槲皮素也有相同变化。由于 P_2 在更多的情况下能显出蓝紫色–蓝绿色和文献^[4]报道的“典型黄酮和黄酮醇化合物糖苷在 UV 光下显深紫色, 经 NH_3 处理显黄–黄绿色”的性质接近。由于用 NH_3 处理后大约在 P_2 位置有异黄酮化合物显现, 说明 P_2 不是单一物质。上述展开系统含有甲酸, 刚展开的 TLC板甲酸未除去之前, 不利于 3–OH及 4C=O 与金属离子络合。在 UV 光下观察 P_2 和 P_1 即有蓝–黄绿色荧光。 P_2 反射紫外吸收光谱 λ_{\max} = 330–340nm, P_1 则为 320nm 这些都说明 P_2 和 P_1 是黄酮或黄酮醇类化合物。值得注意的是所有的抗种粒斑驳品种 (东农 81–43 铁 6915(东农) 92–070 93–046) 都没有 P_2 , 表明 P_2 可能与斑驳抗性有相关性

4.3.5 关于其它“ P ”的定性

P 是感种粒斑驳品种丰收 12在接种 SMV 3号后产生的一种新的黄酮类化合物。 P 的含量高于其它黄酮类化合物。 P 呈天蓝色–蓝绿色荧光, NH_3 处理无明显变化, 反射吸收光谱测定表明 P 的 λ_{\max} 290nm, 340nm (sh), 与 P_4 的某些性质接近。 P 可能是 5–OH被甲基化的黄酮或黄酮醇类化合物。抗种粒斑驳品种也有新的黄酮类化合物产生, 但 $R_f < P$ 。

综上所述, 大豆种粒斑驳中含有花色素、黄酮、黄酮醇、二氢黄酮、二氢黄酮醇以及它们的苷和甲基化衍生物。黄烷醇和黄烷醇类的衍生物 (多聚体) 也以酸性水解衍生物被检出。这些化合物都是从类黄酮生物合成途径产生的, 可以发生相互转化, 在组织中也可以与蛋白质和多糖类形成复合物, 易与金属离子络合, 易被氧化和聚合。这些都使种粒斑驳的颜色复杂化。从颜色与化合物的关系, 可以将大豆种粒斑驳分成有或无花色苷两大类。在实验中可以观察到不同抗性品种, 由于感染 SMV 引起的类黄酮含量和品种也发生变化。11号和 10号样品经草甘磷化学诱变的菜豆种皮。11号样品中花色苷的种类和含量增加也表现出类黄酮生物合成“入口”处的影响会导致“最终”产物的改变。大豆种粒斑驳可以看作是 SMV 感染引起的类黄酮在种皮上的异常积累。

参 考 文 献

- 1 戴凯伦等, 译自 J. B. Harborne, 黄酮类化合物, 科学出版社, 1983
- 2 安田齐, 日, 花色的生理生物化学, 中国林业出版社, 1989
- 3 张宝琛等译, 黄酮类化合物结构鉴定技术, 科学出版社, 1990
- 4 萧崇厚等编, 中药化学, 上海科技出版社, 1987
- 5 洪筱坤等译, 层析理论与应用, 上海科技出版社, 1987
- 6 王连铮等, 大豆遗传育种学, 科学出版社, 1991
- 7 J. B. Harborne, 黄酮类化合物在豆科植物中的分布 (植物化学译文集), 科学技术出版社, 1975
- 8 黄梅丽等编, 食品的色、香、味化学, 轻工出版社, 1984

- 9 杭州大学化学系分析化学教研室编,分析化学手册(第二分册),化学工业出版社,1982
- 10 吴宗璞等,中国“七五”大豆育种攻关专题交流材料,1988
- 11 Lawrence, P, Miller, Phytochemistry, Volumd1, Organic Metabolites, pp 344- 380, 1973

STUDIES OF BASIC CHEMICAL COMPOSITION OF SEED COAT MOTTILING OF SOYBEAN

Teng Bing Wu Zongpu Gao Fenglan Xu Jinxing

(Northeast Agriculture University, Harbin 150030 China)

Abstract After soybean was infected by SMV, the seed coat that became seed coat mottling was analyzed with TLC technique, UV traviolet spectrum and many chemical qualitative analysis methods. The analysis result showed that seed coat mottling and normal seed coat contained anthocyanidin, flavone, flavonol, dihydroflavone, dihydroflavonol and their glucosid, and flavonol, polymerflavonol. The seed coat mottling was different from normal seed coat on content and composition of flavonoids. The accumulation of flavonoids was related to soybean was infected by SMV. According to colour of seed coat mottling and relative flavonoids, two types of mottling can be distinguished by with and without anthocyanidin.

Key words Soybean seed coat mottling Flavonoids

《黑龙江农业科学》2001年征订启事

《黑龙江农业科学》是黑龙江省农业科学院主办的综合性农业学术期刊。是全国优秀期刊、黑龙江省优秀期刊,入选《中国学术期刊(光盘版)》。主要报道作物育种、耕作栽培、植物保护、土壤肥料、果树蔬菜、植物生理、农业气象等方面的最新科研成果、研究进展、实用新技术及丰产经验等。设有科研报告、生产技术、专题综述、国内外科技动态及科技简讯等栏目。本刊发行面广,读者群大:农业科研工作者、农业院校师生、国营农场及各农业技术推广部门的科技人员、管理干部和广大农民群众等。

《黑龙江农业科学》编辑部为适应市场经济需要,开展了广告业务,并将以优惠价格刊载各类广告。

《黑龙江农业科学》编辑为适应市场经济需要,开展了广告业务,并将以优惠价格刊载各类广告。

《黑龙江农业科学》为双月刊, A4开本, 52页, 每逢单月 10日出版。每期定价 5.00元, 全年为 30.00元。邮发代号 14- 61, 全国各地邮局(所)均可订阅。漏订者可汇款至本刊编辑部补订(不另收邮费)。

地址: 哈尔滨市南岗区学府路 368号, 联系电话: (0451) 6668373, 邮政编码: 150086